

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2009/2010

November 2009

## EBB 113/3 - Engineering Materials [Bahan Kejuruteraan]

Duration : 3 hours  
[Masa : 3 jam]

---

Please ensure that this examination paper contains THIRTY TWO printed pages before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TIGA PULUH DUA muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

This paper consists of FOURTY objectives questions in PART A, TWO subjective questions in PART B and TWO subjective questions in PART C.

*[Kertas soalan ini mengandungi EMPAT PULUH soalan objektif di BAHAGIAN A, DUA soalan subjektif di BAHAGIAN B dan DUA soalan subjektif di BAHAGIAN C.]*

**Instruction:** Answer **ALL** questions in PART A, **ONE** question from PART B and **ONE** question from PART C. For PART B and C, if candidate answers more than one question (for each part) only the first answer in the answer script would be examined.

**[Arahan:** Jawab **SEMUA** soalan pada BAHAGIAN A, **SATU** soalan dari BAHAGIAN B dan **SATU** soalan dari BAHAGIAN C. Bagi soalan di BAHAGIAN B dan C, jika calon menjawab lebih daripada satu soalan (bagi setiap bahagian) hanya soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]*

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

*[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

*[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]*

...2/-

**PART A****BAHAGIAN A**

1. Assume an element has a valence of 2 and an atomic number of 27. Based only on the quantum numbers, how many electrons must be present in the 3d energy level?

*Anggapkan suatu elemen mempunyai valensi 2 dan nombor atom 27. Berdasarkan nombor kuantum, berapakah elektron yang mesti ada pada paras tenaga 3d?*

- |       |       |
|-------|-------|
| (a) 4 | (c) 6 |
| (b) 5 | (d) 7 |

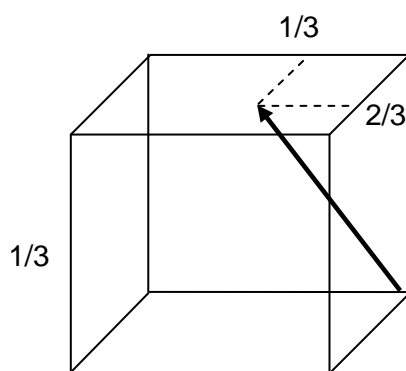
2. The density of element X, which has a BCC structure, is  $0.855 \text{ g/cm}^3$ . The atomic weight of X is  $39.09 \text{ g/mol}$ . Calculate the lattice parameter of X.

*Elemen X mempunyai struktur BCC dan ketumpatannya ialah  $0.855 \text{ g/cm}^3$ . Berat atom elemen X ialah  $39.09 \text{ g/mol}$ . Kirakan pemalar kekisi elemen X.*

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| (a) $5.336 \text{ \AA}$ | (c) $8.004 \text{ \AA}$ |
| (b) $2.668 \text{ \AA}$ | (d) $1.334 \text{ \AA}$ |

3. What is the notation for vector direction in the cubic crystal structure in Figure 1?

*Apakah penandaan untuk arah vektor yang ditunjukkan dalam struktur hablur kiub pada Rajah 1?*



**Figure 1**

**Rajah 1**

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| (a) $[301]$       | (c) $(2\bar{1}3)$ |
| (b) $[2\bar{1}3]$ | (d) $(301)$       |

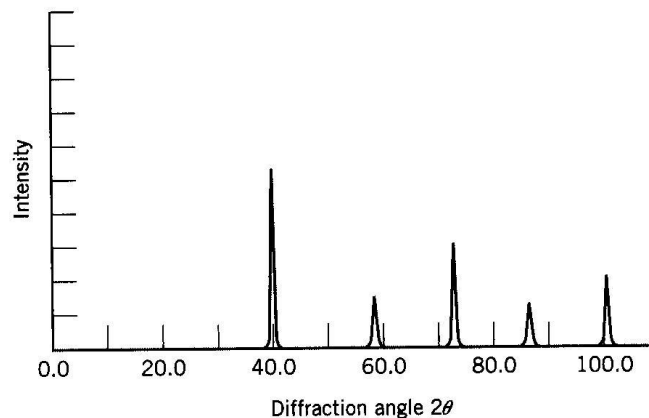
4. What is the planar density for (010) plane in a simple cubic element with lattice parameter of 0.334 nm?

*Apakah ketumpatan planar bagi satah (010) untuk suatu kiub mudah yang mempunyai pemalar kekisi 0.334 nm?*

- |  |  |
|--|--|
| (a) $1.79 \times 10^{15} \text{ atoms/cm}^2$ | (c) $4.48 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ |
| (b) $8.96 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ | (d) $2.24 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ |

5. Figure 2 below shows the first five peaks of the x-ray diffraction pattern for tungsten, which has a BCC crystal structure; monochromatic x-radiation having a wavelength of 0.1542 nm was used. Find the index (i.e. give h, k, l index) for the first diffraction peak.

*Rajah 2 menunjukkan spektrum pembelauan sinar-x bagi tungsten yang mempunyai struktur BCC; sinar-x monokromatik yang mempunyai jarak gelombang 0.1542 nm telah digunakan. Tentukan indeks (iaitu indeks dalam h, k, l) bagi puncak belauan pertama.*

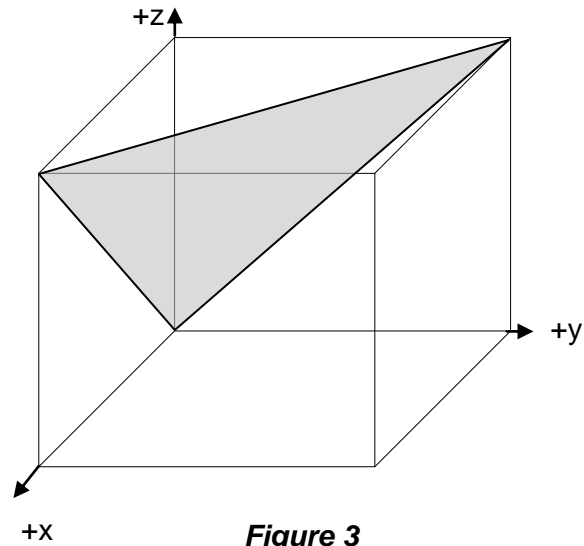


**Figure 2**

*Rajah 2*

- |           |           |
|-----------|-----------|
| (a) (001) | (c) (213) |
| (b) (110) | (d) (100) |

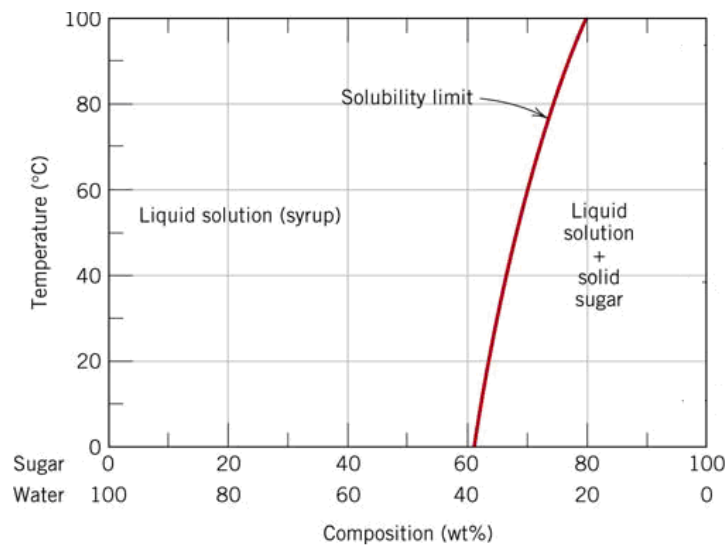
6. Determine the Miller index for the plane shown in Figure 3:  
*Tentukan indeks Miller bagi satah yang ditunjukkan pada Rajah 3:*

**Figure 3****Rajah 3**

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| (a) $[0\bar{1}\bar{1}]$ | (c) $(0\bar{1}\bar{1})$ |
| (b) $[11\bar{1}]$       | (d) $(11\bar{1})$       |

Questions 7 and 8 are based on the Figure 4.

*Soalan 7 dan 8 berpandukan pada Rajah 4.*



**Figure 4 - The solubility of sugar ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) in a sugar-water syrup**

**Rajah 4 - Keterlarutan gula ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) dalam campuran gula-air**

7. How many percent of sugar will dissolve in water at 40°C?  
*Berapa peratuskah gula akan melarut dalam air pada suhu 40°C?*

- |            |            |
|------------|------------|
| (a) 64 wt% | (c) 44 wt% |
| (b) 36 wt% | (d) 56 wt% |

8. How much sugar will dissolve in 1000 g of water at 80°C?  
*Berapa banyak gula akan melarut dalam 1000 g air pada suhu 80°C?*

- |            |               |
|------------|---------------|
| (a) 74 wt% | (c) 74 g      |
| (b) 2846 g | (d) 28.46 wt% |

9. The cross sectional area (A) of a specimen, will increase during a ....., due to the load that squeezes the ends of a specimen between two platens.

*Luas keratan rentas permukaan, A akan meningkat semasa ....., disebabkan oleh beban yang menekan kedua-dua hujung spesimen.*

- |   |   |
|---|---|
| (a) Tensile Test<br><i>Ujian Tegangan</i>     | (c) Bending Test<br><i>Ujian Lentur</i>     |
| (b) Compression Test<br><i>Ujian Mampatan</i> | (d) Hardness Test<br><i>Ujian Kekerasan</i> |

10. Which statement is **NOT TRUE** about hardness?

*Yang manakah antara pernyataan berikut yang **TIDAK BENAR** mengenai kekerasan?*

- (a) Small indents mean higher hardness  
*Takuk yang kecil bermakna kekerasan tinggi*
- (b) Higher hardness means higher resistance to plastic deformation or cracking in compression  
*Kekerasan tinggi bermaksud rintang terhadap ubahbentuk plastic atau retak semasa dimampatkan*
- (c) Brinell testing produces a diamond shape indentation  
*Ujian Brinell menghasilkan takuk berbentuk intan*
- (d) Brinell, Rockwell and Vickers are some of the hardness testing type  
*Brinell, Rockwell dan Vickers adalah antara jenis ujian kekerasan*

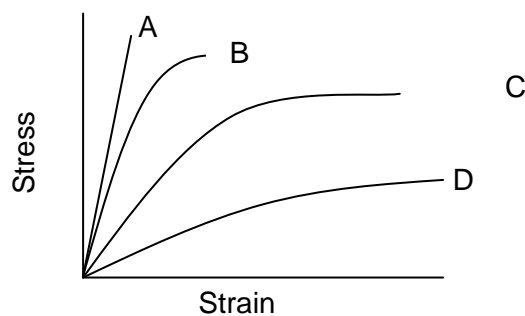
11. Calculate the engineering stress in MPa when a 2.60 mm diameter rod is subjected to a tensile load of 450 kg?

*Kirakan tegasan kejuruteraan dalam MPa apabila sebatang rod berdiameter 2.60 mm dikenakan beban tegangan sebanyak 450 kg?*

- |               |             |
|---------------|-------------|
| (a) 84.75 MPa | (c) 604 MPa |
| (b) 833 MPa   | (d) 207 MPa |

Question 12 and 13 are based on Figure 5.

*Soalan 12 dan 13 adalah berpandukan kepada Rajah 5.*



**Figure 5**

**Rajah 5**

12. Which material shows the highest ductility amongst the four materials?

*Bahan yang manakah menunjukkan sifat kemuluran yang paling tinggi?*

- |       |       |
|-------|-------|
| (a) A | (c) C |
| (b) B | (d) D |

13. Which material shows the highest toughness amongst the four materials?

*Bahan yang manakah mempunyai sifat keliatan tertinggi?*

- |       |       |
|-------|-------|
| (a) A | (c) C |
| (b) B | (d) D |

14. Which of the following is not related to brittle fracture phenomena  
*Yang mana di antara berikut tidak berkaitan dengan fenomena patah rapuh*

(a) Small or no plastic deformation  
*Sedikit atau tiada ubahbentuk plastik*

(b) Cup and cone fracture  
*Patah cawan dan kon*

(c) Catastrophic failure  
*Kegagalan serta merta*

(d) Low energy absorption  
*Serapan tenaga rendah*

15. Creep is .....  
*Rayapan adalah .....*

(a) A common failure phenomenon at elevated temperature  
*Fenomena kegagalan yang biasa terjadi pada suhu tinggi*

(b) A failure of material due to repetitive stress applied  
*Kegagalan bahan akibat tegasan berulang dikenakan*

(c) A failure that occurs in load bearing component  
*Kegagalan yang berlaku ke atas komponen galas beban*

(d) A failure often occurs below the yield strength of the material  
*Kegagalan selalu berlaku di bawah nilai kekuatan alah suatu bahan*



16. Endurance limit .....

*Had ketahanan .....*

(a) Represents the failure stress for specified number of cycles

*Mewakili tegasan kegagalan bagi bilangan kitaran spesifik*

(b) Represents the number of cycles to failure

*Mewakili bilangan kitaran kegagalan*

(c) Represents the magnitude of stress which fatigue not occur

*Mewakili magnitud tegasan ketika kegagalan lesu tidak berlaku*

(d) Can be represented in creep-strain vs. time graph

*Diwakili oleh graf lesu-terikan melawan masa*

17. The classification of polymeric materials does not depend on

*Pengkelasan bahan polimer tidak bergantung kepada*

(a) Molecular structure

*Struktur molekul*

(c) Molecular shape

*Bentuk molekul*

(b) Molecular weight

*Berat molekul*

(d) Molecular stability

*Kestabilan molekul*

18. Which of the following is not a common polymer processing technique

*Yang manakah di antara berikut bukan teknik biasa bagi pemprosesan polimer*

(a) Extrusion

*Penyemperitan*

(c) Powder pressing

*Penekanan serbuk*

(b) Blow molding

*Pengacuan tiup*

(d) Casting

*Penuangan*

19. Which one is not the type of stereoisomer

*Yang manakah antara berikut bukan jenis stereoisomer*

(a) Isotactic

*Isotaktik*

(c) Transtactic

*Transtaktik*

(b) Syndiotactic

*Sindiotaktik*

(d) Atactic

*Ataktik*

20. Flexibility, ductility and toughness of polymers may be improved with the aid of:

*Kebilehlenturan, kemuluran dan keliatan bahan polimer mungkin boleh ditingkatkan dengan penambahan:*

(a) Stabilizers

*Penstabil*

(c) Plasticizers

*Bahan pemplastik*

(b) Fillers

*Pengisi*

(d) Colorants

*Pewarna*

21. The strength of fibers is improved by a postforming process called

*Kekuatan gentian dapat ditingkatkan selepas proses pasca pembentukan yang dipanggil*

(a) Extrusion

*Penyemperitan*

(c) Injection molding

*Pengacuan suntikan*

(b) Drawing

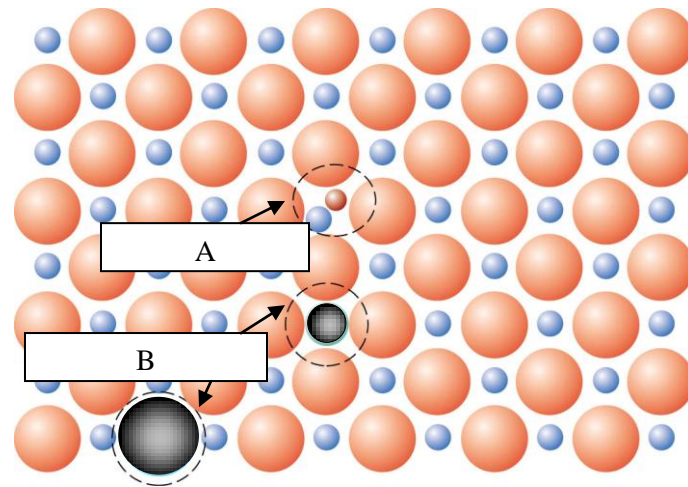
*Penarikan*

(d) Blow molding

*Pengacuan tiup*

22. What are the imperfections shown in Figure 6?

*Apakah kecacatan yang ditunjukkan dalam Rajah 6?*



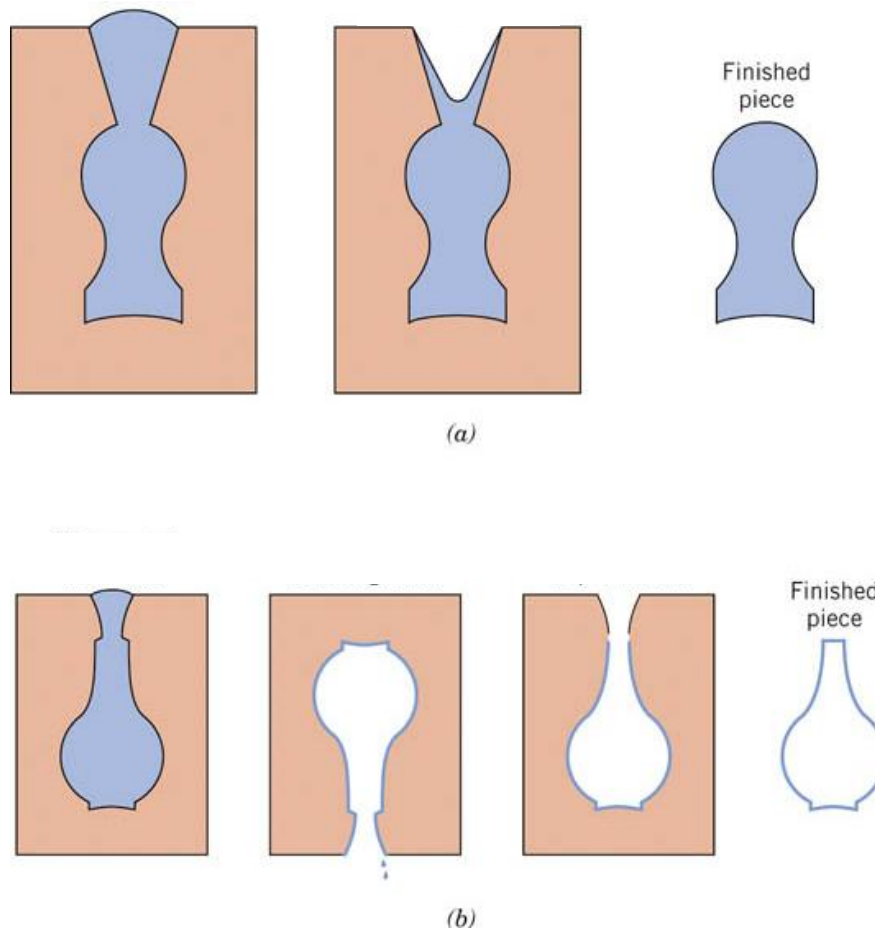
**Figure 6**  
**Rajah 6**

- |  |   |
|--|---|
| <p>(a) A-Schottky defect,<br/>B-Frenkel defect<br/><i>A-kecacatan schottky,</i><br/><i>B-kecacatan frenkel</i></p> | <p>(c) A-interstitial defect,<br/>B-substitutional defect<br/><i>A-kecacatan celahan,</i><br/><i>B-kecacatan penukargantian</i></p> |
| <p>(b) A-Frenkel defect,<br/>B-Schottky defect<br/><i>A-kecacatan Frenkel,</i><br/><i>B-kecacatan Schottky</i></p> | <p>(d) A-substitutional defect,<br/>B-interstitial defect<br/><i>A-kecacatan penukargantian,</i><br/><i>B-kecacatan celahan</i></p> |

23. Silicates are materials composed primarily of silicon and oxygen. Which type of the following silicate structure is considered as noncrystalline?

*Silikat adalah bahan yang terdiri daripada silikon dan oksigen. Jenis struktur silikat yang manakah dianggap sebagai tak berhablur.*

- |   |  |
|---|--|
| <p>(a) talc<br/><i>talcum</i></p>                       | <p>(c) kaolinite<br/><i>kaolinit</i></p>               |
| <p>(b) layered silicate<br/><i>silikat berlapis</i></p> | <p>(d) vitreous silicate<br/><i>silikat kekaca</i></p> |

**Figure 7****Rajah 7**

24. Which of the following describes a ceramic processing technique shown in Figure 7.  
 Yang manakah di antara berikut menerangkan teknik pemprosesan seramik yang ditunjukkan dalam Rajah 7.

- |  |   |
|--|---|
| (a) hydroplastic forming<br>pembentukan hidroplastik | (c) slip casting<br>penuangan slip      |
| (b) tape casting<br>penuangan pita                   | (d) powder pressing<br>penekanan serbuk |

25. Which is the following is not a glass forming process?

*Yang mana satukah di antara berikut bukan proses pembentukan kaca?*

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| (a) pressing<br><i>penekanan</i>                            | (c) blowing<br><i>peniupan</i>  |
| (b) hydroplastic forming<br><i>pembentukan hidroplastik</i> | (d) drawing<br><i>penarikan</i> |

26. Which of the following statements is true regarding glass ceramic?

*Manakah pernyataan berikut adalah benar mengenai seramik kaca?*

- (a) low mechanical strength  
*kekuatan mekanikal rendah*
- (b) low coefficient of thermal expansion  
*Pekali pengembangan terma yang rendah*
- (c) cannot withstand high temperature  
*tidak tahan suhu tinggi*
- (d) biological compatibility is low  
*keserasian biologi yang rendah*

27. Which of the following material has a crystal structure as shown in Figure 8?

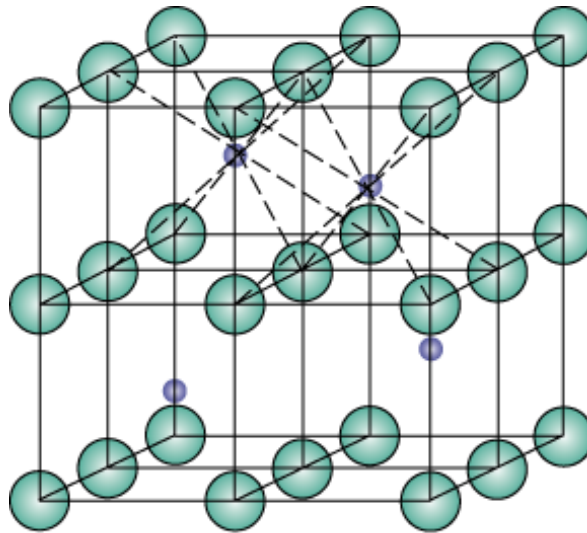
*Yang manakah di antara bahan berikut mempunyai struktur hablur seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8?*

(a) CsCl

(c)  $\text{ZrO}_2$

(b)  $\text{Al}_2\text{O}_3$

(d)  $\text{BaTiO}_3$



**Figure 8**

**Rajah 8**

28. What are the factors that affect diffusion

- i. Pressure
- ii. Temperature
- iii. Time
- iv. Size of diffusing species

*Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi resapan*

- i. Tekanan
- ii. Suhu
- iii. Masa
- iv. Saiz spesis resapan

(a) i & ii

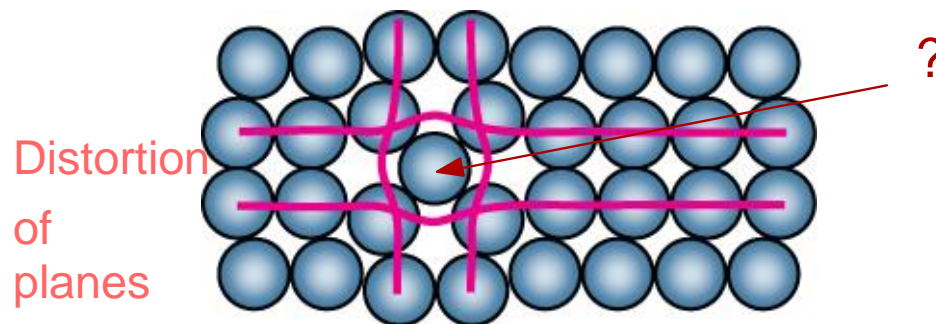
(c) i, iii & iv

(b) ii & iii

(d) ii, iii & iv

29. What is pointed by the arrow?

*Apakah yang ditunjukkan oleh anak panah?*



**Figure 9**

**Rajah 9**

(a) Self-interstitial  
*Celahan sendirian*

(c) Vacancy  
*Kekosongan*

(b) Substitutional  
*Penggantian*

(d) Schottky Imperfection  
*Kecacatan Schottky*

30. Low density in grain boundaries causes

- i. high mobility
- ii. high diffusivity
- iii. high chemical reactivity

*Ketumpatan rendah dalam sempadan butiran menyebabkan*

- i. pergerakan tinggi
- ii. resapan tinggi
- iii. Kadar tindakbalas yang tinggi

(a) i & ii

(c) i & iii

(b) ii & iii

(d) i, ii & iii

31. Which of the following is not true for solute/impurity atoms which replace or substitute for the host atoms?

*Antara yang di bawah, pernyataan mana yang tidak benar bagi atom unsur dilarut/asing yang menggantikan atom perumah?*

- (a) Valencies - must be the same  
*Valensi - mesti sama*
- (b) Atomic size factor - atomic radii less than 15%  
*Faktor saiz atom - jejari atom kurang daripada  $\pm 15\%$*
- (c) Crystal structure - both atom types must be the same  
*Struktur hablur - mesti sama bagi dua jenis atom*
- (d) Electronegativity - must be different  
*Keelektronegatifan - mesti berlainan*

32. Which of the following statements is not true about dislocations?

*Di antara pernyataan di bawah, yang mana satukah tidak benar mengenai kehelan?*

- (a) They are line defects  
*Mereka merupakan kecacatan garis*
- (b) Slip between crystal planes result when dislocations move  
*Lucutan antara planar hablur berlaku semasa kehelan bergerak*
- (c) They produce permanent (plastic) deformation  
*Mereka menghasilkan pembentukan kekal (plastik)*
- (d) They occur when two oppositely charged ions are missing from an ionic crystal, a cation-anion divacancy is created  
*Mereka berlaku apabila dua ion yang bertentangan caj hilang dari hablur ion, kekosongan pasangan cation-anion dihasilkan*



33. Which of the following is not true about activation energy in diffusion?

*Antara di bawah, pernyataan mana yang tidak benar mengenai tenaga pengaktifan dalam resapan?*

- (a) Energy required to produce the diffusive motion of one mole of atoms  
*Tenaga yang diperlukan untuk menghasilkan gerakan resapan bagi satu mol atom*
- (b) An energy barrier that atoms must overcome to move  
*Halangan tenaga perlu sesuatu atom mengatasi untuk bergerak*
- (c) Define as  $D$  in the formula  $D = D_0 \exp(-Q_d/RT)$   
*Menakrifkan  $D$  dalam rumusan  $D = D_0 \exp(-Q_d/RT)$*
- (d) A large activation energy results in a relatively small diffusion coefficient  
*Tenaga pengaktifan yang tinggi menyebabkan resapan yang rendah*

34. A 5-mm-thick sheet of palladium with a cross-sectional area of  $0.2 \text{ m}^2$  is used as a steady-state diffusional membrane for purifying hydrogen. If the hydrogen concentration on the high-pressure (impure gas) side of the sheet is  $0.3 \text{ kg/m}^3$  and the diffusion coefficient for hydrogen in Pd is  $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ , calculate the mass of hydrogen being purified per hour.

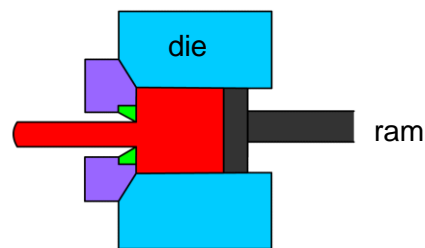
*Sekeping Palladium yang berketebalan 5-mm dengan keluasan keratan rentas  $0.2 \text{ m}^2$  digunakan sebagai membran resapan peringkat mantap bagi penulenan hidrogen. Jika kepekatan hidrogen sebelah tekanan tinggi (gas tidak tulen) adalah  $0.3 \text{ kg/m}^3$  dan pemalar resapan bagi hidrogen di Pd adalah  $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ , kirakan jisim hidrogen yang dituliskan setiap jam.*

- |  |  |
|--|--|
| (a) $1.73 \times 10^{-3} \text{ kg/h}$ | (c) $8.64 \times 10^{-3} \text{ kg/h}$ |
| (b) $2.4 \times 10^{-6} \text{ kg/h}$  | (d) $4.8 \times 10^{-2} \text{ kg/h}$  |

35. Figure 10 shows an extrusion process. State what is the most suitable steel product that could be produced by this method?

*Rajah 10 menunjukkan proses penyempitan. Nyatakan apakah produk keluli yang paling sesuai untuk dihasilkan melalui proses ini?*

- |  |  |
|--|--|
| (a) Steel sheets<br><i>Kepingan keluli</i> | (c) Steel plate<br><i>Plat keluli</i>      |
| (b) Steel tubing<br><i>Tiub keluli</i>     | (d) Steel bearings<br><i>Bebola keluli</i> |



**Figure 10**

**Rajah 10**

36. What would happen if a steel jar coated with a thin layer of tin is placed in a container with sea water?

*Apakah yang akan berlaku jika suatu bekas keluli yang disalut dengan lapisan nipis stanum yang diletakkan di dalam bekas yang mengandungi air laut?*

- |  |   |
|--|---|
| (a) Steel will corrode<br><i>Keluli akan karat</i>           | (c) Both metals will not corrode<br><i>Kedua-dua logam tidak akan karat</i> |
| (b) Steel will not corrode<br><i>Keluli tidak akan karat</i> | (d) Sn-Fe alloy will be formed<br><i>Aloi Sn-Fe akan terhasil</i>           |

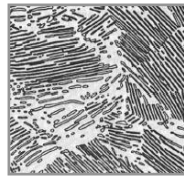
37. A phosphorus doped silicon wafer has an electrical resistivity of  $8 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$  at room temperature. If the mobility of electrons is  $0.135 \text{ m}^2/\text{Vs}$ , what is the majority carrier concentration in this semiconductor? Given that the charge of electrons is  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

*Silikon wafer yang didop dengan fosforus mempunyai kerintangan elektrik  $8 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$  pada suhu bilik. Jika kelincahan elektron ialah  $0.135 \text{ m}^2/\text{Vs}$ , apakah kepekatan pembawa majoriti di dalam semikonduktor ini? Cas elektron adalah  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .*

- |   |   |
|---|---|
| (a) $5 \times 10^{23} \text{ electrons/m}^3$<br><i><math>5 \times 10^{23} \text{ elektron/m}^3</math></i>   | (c) $0.5 \times 10^{23} \text{ electrons/m}^3$<br><i><math>0.5 \times 10^{23} \text{ elektron/m}^3</math></i> |
| (b) $30 \times 10^{23} \text{ electrons/m}^3$<br><i><math>30 \times 10^{23} \text{ elektron/m}^3</math></i> | (d) $6 \times 10^{28} \text{ electrons/m}^3$<br><i><math>6 \times 10^{28} \text{ elektron/m}^3</math></i>     |

38. The microstructure shown in Figure 11 can be produced when

*Mikrostruktur dalam Rajah 11 boleh dihasilkan apabila*



**Figure 11**

**Rajah 11**

- |  |
|--|
| (a) Eutectoid plain austenitic steel is quenched from $750^\circ\text{C}$ in water<br><i>Keluli austenitik biasa eutektoid dilindapkejut dari <math>750^\circ\text{C}</math> di dalam air</i>      |
| (b) Eutectoid plain austenitic steel is fired at $1000^\circ\text{C}$ and then quenched<br><i>Keluli austenitik biasa eutektoid dibakar pada <math>1000^\circ\text{C}</math> dan dilindapkejut</i> |
| (c) Eutectoid plain austenitic steel is slowly cooled at $700^\circ\text{C}$<br><i>Keluli austenitik biasa eutektoid disejukkan perlahan-lahan pada <math>700^\circ\text{C}</math></i>             |
| (d) Eutectoid plain austenitic steel is cooled at $300^\circ\text{C}$<br><i>Keluli austenitik biasa eutektoid disejukkan pada <math>300^\circ\text{C}</math></i>                                   |

39. What is the purpose of having boron in silicon?

*Apakah tujuan memasukkan boron di dalam silikon?*

- (a) to increase the concentration of carriers  
*untuk meninggikan kepekatan pembawa*
- (b) to reduce the concentration of carriers  
*untuk mengurangkan kepekatan pembawa*
- (c) to increase the mobility of holes  
*untuk meninggikan kelincahan lohong*
- (d) to produce a superconductor  
*untuk menghasilkan superkonduktor*

40. A pipe carrying an effluent is found to be severely damaged at the corner where the pipe bends. State the most possible type of corrosion that happens.

*Paip yang membawa bahan kumbahan didapati rosak teruk pada bucu di mana paip membengkok. Nyatakan apakah jenis pengkaratan yang paling mungkin berlaku.*

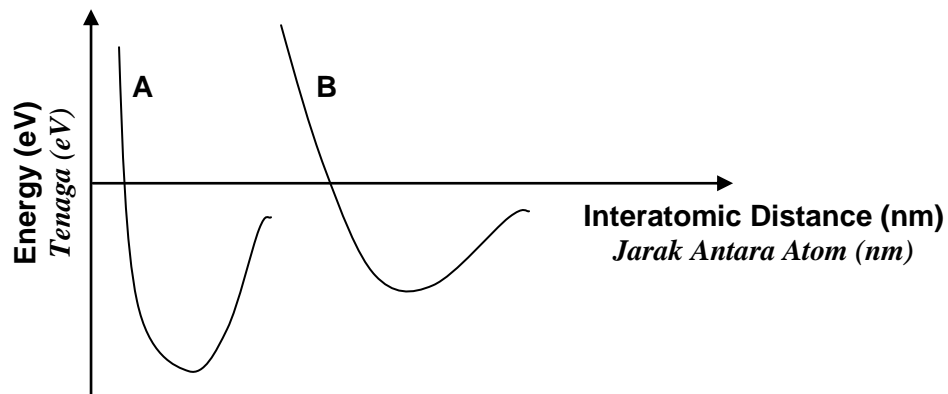
- |   |   |
|---|---|
| (a) Crevice corrosion<br><i>Pengkaratan krevi</i>   | (c) Glavanic corrosion<br><i>Pengkaratan glavani</i>              |
| (b) Erosion corrosion<br><i>Pengkaratan hakisan</i> | (d) High temperature oxidation<br><i>Pengoksidaan suhu tinggi</i> |

(40 marks/markah)

**PART B****BAHAGIAN B**

1. [a] Energy-interatomic distance plot of element A and B is shown in the Figure 12.

*Plot tenaga-jarak antara atom bagi elemen A dan B ditunjukkan dalam Rajah 12.*



**Figure 12**

**Rajah 12**

- (i) Define binding energy.

*Takrifkan tenaga pengikatan.*

(4 marks/markah)

- (ii) Which element has a higher strength? Explain your answer.

*Elemen manakah yang mempunyai kekuatan yang tinggi? Terangkan jawapan anda.*

(6 marks/markah)

[b] A specimen of magnesium having a rectangular cross section of dimensions 3.2 mm x 19.1 mm is deformed in tension. Using the load-elongation data tabulated as follows, complete part (i) through (v).

- (i) Plot the data as engineering stress versus engineering strain
- (ii) Compute the modulus of elasticity
- (iii) Determine the yield strength at a strain offset of 0.002
- (iv) Determine the tensile strength of this alloy
- (v) Determine the approximate ductility, in percent elongation

*Spesimen magnesium mempunyai keratan rentas segiempat dengan dimensi 3.2 mm x 19.1 mm berubah bentuk semasa regangan. Dengan menggunakan taburan data beban-pemanjangan seperti berikut, selesaikan bahagian (i) hingga (v).*

- (i) *Lakarkan data sebagai kurva tegasan kejuruteraan melawan terikan kejuruteraan*
- (ii) *Kirakan nilai modulus kenyal*
- (iii) *Kenalpasti nilai tegasan alah pada ofset terikan 0.002*
- (iv) *Kenalpasti kekuatan tegangan bagi aloi ini*
- (v) *Kenalpasti nilai kemuluran, dalam peratus pemanjangan*

<b>Load (N)</b> <i>Beban (N)</i>	<b>Length (mm)</b> <i>Panjang(mm)</i>
0	63.50
1380	63.53
2780	63.56
5630	63.62
7430	63.70
8140	63.75
9870	64.14
12850	65.41
14100	66.68
14340	67.95
13830	69.22
12500	70.49 Fracture <i>Patah</i>

(10 marks/markah)

...23/-

- [c] (i) Name and describe the two atomic mechanisms of diffusion.

*Namakan dan terangkan dua mekanisme atom resapan.*

(2 marks/markah)

- (ii) Consider the gas carburizing of a gear of 1018 steel (0.18 wt %) at 927°C (1700°F). Calculate the time necessary to increase the carbon content to 0.35 wt % at 0.40 mm below the surface of the gear. Assume the carbon content at the surface to be 1.15 wt % and that the nominal carbon content of the steel gear before carburizing is 0.18 wt %.  $D$  (C in  $\lambda$  iron) at 927°C =  $1.28 \times 10^{-11}$  m<sup>2</sup>/s. Assuming a **non steady state diffusion** was achieved.

*Dengan mengambil kira pengkarbonan sebuah gear keluli 1018 (0.18 wt%) pada 927°C (1700°F). Kirakan masa yang diperlukan untuk menambahkan kandungan karbon ke 0.35 wt % pada 0.40 mm di bawah permukaan gear. Andaikan kandungan karbon pada permukaan sebagai 1.15 wt% dan kandungan nominal karbon bagi gear keluli sebelum pengkarbonan ialah 0.18 wt%.  $D$  (C dalam  $\lambda$  iron) pada 927°C =  $1.28 \times 10^{-11}$  m<sup>2</sup>/s. Andaikan resapan keadaan tidak mantap dicapai.*

**Table 2 - Tabulation of Error Function Values**

$z$	$\text{erf}(z)$	$z$	$\text{erf}(z)$	$z$	$\text{erf}(z)$
0	0	0.55	0.5633	1.3	0.9340
0.025	0.0282	0.60	0.6039	1.4	0.9523
0.05	0.0564	0.65	0.6420	1.5	0.9661
0.10	0.1125	0.70	0.6778	1.6	0.9763
0.15	0.1680	0.75	0.7112	1.7	0.9838
0.20	0.2227	0.80	0.7421	1.8	0.9891
0.25	0.2763	0.85	0.7707	1.9	0.9928
0.30	0.3286	0.90	0.7970	2.0	0.9953
0.35	0.3794	0.95	0.8209	2.2	0.9981
0.40	0.4284	1.0	0.8427	2.4	0.9993
0.45	0.4755	1.1	0.8802	2.6	0.9998
0.50	0.5205	1.2	0.9103	2.8	0.9999

(8 marks/markah)

...24/-

2. [a] A typical paper clip weighs 0.59 g and consists of BCC iron. Lattice parameter and density of BCC iron is  $2.866 \times 10^{-8}$  cm and  $7.87 \text{ g/cm}^3$ , respectively. Calculate:

*Satu klip kertas lazim mempunyai berat 0.59 g dan diperbuat daripada besi BCC. Pemalar kekisi dan ketumpatan bahan itu ialah masing-masing  $2.866 \times 10^{-8}$  cm dan  $7.87 \text{ g/cm}^3$ . Kirakan:*

- (i) the number of unit cells

*Bilangan unit sel*

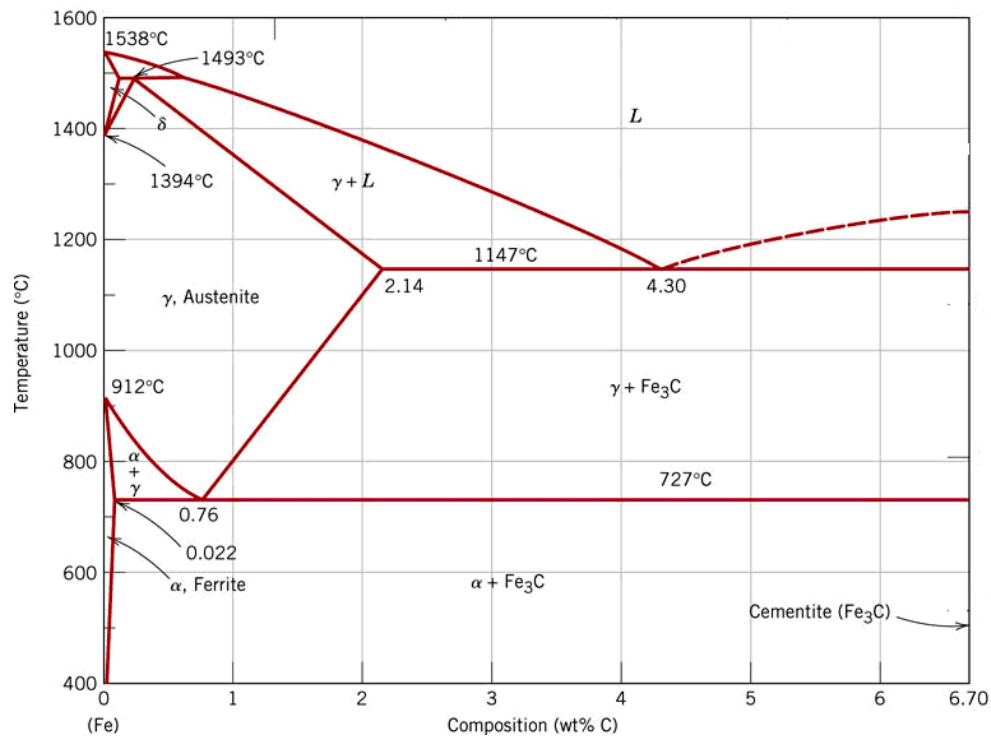
(5 marks/markah)

- (ii) the number of iron atoms in the paper clip.

*Bilangan atom besi di dalam klip kertas tersebut.*

(5 marks/markah)





**Figure 13 - The iron-carbon phase diagram**

**Rajah 13 - Gambarajah fasa Fe-karbon**

- [b] (i) For a 99.65 wt % Fe 0.35 wt% C alloy at a temperature just below the eutectoid, determine the following:
- The fractions of total ferrite and cementite phases
  - The fractions of the proeutectoid ferrite and pearlite
  - The fraction of eutectoid ferrite

Bagi aloi 99.65 wt% Fe dan 0.35 wt% C pada suhu di bawah suhu eutektoid, kenalpasti setiap yang berikut:

- Pecahan jumlah fasa ferit dan sementit
- Pecahan fasa proeutektoid ferit dan pearlit
- Pecahan fasa eutektoid ferit

(7 marks/markah)

- (ii) In a hypoeutectoid steel, both eutectoid and proeutectoid ferrite exist. Explain the difference between them. What will be the carbon concentration in each?

*Dalam keluli hipoeutektoid, kedua-dua fasa eutektoid dan proeutektoid ferit wujud. Terangkan perbezaan di antara mereka. Apakah kepekatan karbon dalam setiap fasa tersebut?*

(3 marks/markah)

- [c] (i) Define a solid solution.

*Takrifkan larutan pepejal.*

(2 marks/markah)

- (ii) Describe grain boundaries (except low density).

*Terangkan sempadan butiran (kecuali ketumpatan rendah).*

(2 marks/markah)

- (iii) What is the composition, in atom percent, of an alloy that consists of 5.5 wt% Pb and 94.5 wt% Sn?

*Apakah komposisi, dalam peratus atom, bagi aloi yang mengandungi 5.5 wt% Pb dan 94.5 wt% Sn.*

(6 marks/markah)

**PART C**

**BAHAGIAN C**

3. [a] (i) What are the 3 main components of a whiteware ceramics such as porcelain?

*Apakah 3 komponen utama seramik tembikar putih seperti porselin?*

(3 marks/markah)

- (ii) What role does each component play in the forming and firing procedures?

*Apakah fungsi yang dimainkan oleh setiap komponen dalam langkah pembentukan dan pembakaran?*

(3 marks/markah)

- (iii) What is the distinction between glass transition temperature and melting temperature?

*Apakah beza antara suhu peralihan kaca dan suhu lebur?*

(4 marks/markah)

- [b] (i) Suggest the type of polymeric material you might select for the following applications: a surgeon's glove and a beverage container.

*Cadangkan bahan polimer yang sesuai bagi kegunaan: sarung tangan bedah dan bekas minuman.*

(4 marks/markah)

- (ii) Fused silica has a surface energy of  $4.32 \text{ J/m}^2$  and an elastic modulus of 70000 MPa. A large plate of this material is to withstand a nominal stress of 35 MPa. What is the largest flaw that can be tolerated without fracture occurring.

*Silika terlakur mempunyai tenaga permukaan  $4.32 \text{ J/m}^2$  dan modulus keanjalan 70000 MPa. Suatu kepingan besar bahan ini mestilah mencapai tegasan namaan 35 MPa. Kirakan kecacatan terbesar tanpa menyebabkan patah berlaku.*

(3 marks/markah)

- (iii) Suggest 3 methods to improve fatigue life.

*Cadangkan 3 kaedah untuk meningkatkan hayat lesu.*

(3 marks/markah)

- [c] (i) A shaft for a propeller on a ship is designed so that the applied stresses are well below the endurance limit of the material. However, the shaft fails after 10 months of used in sea. Explain why the failure occurred under this condition.

*Aci kincir pada sebuah kapal direkabentuk supaya tekanan yang dikenakan kepadanya adalah di bawah kebolehan ketahanan bahan. Tetapi, aci tersebut gagal selepas digunakan di dalam laut selama 10 bulan. Terangkan apakah jenis kegagalan yang mungkin telah berlaku pada keadaan ini.*

(3 marks/markah)

- (ii) For silicon, aluminium and silicon dioxide, compare, at 30°C the conductivity of these materials. Use energy band diagrams to demonstrate your answer.

*Untuk silikon, aluminium dan silikon dioksida, bandingkan, pada 30°C, kekonduksian bahan ini. Gunakan gambarajah jalur tenaga untuk menerangkan jawapan anda.*

(3 marks/markah)

- (iii) If you were to select a material as a plate used in orthopedic application based on performance and cost, which of the following metal alloys would you select: plain carbon steel, titanium alloys or copper alloys. Justify your answer. State as well the best fabrication technique to produce the plate.

*Jika anda perlu memilih satu bahan untuk digunakan sebagai plat ortopedik berdasarkan kebolehpayaan dan kos, yang manakan di antara bahan-bahan ini yang akan anda pilih: keluli karbon biasa, aloi-aloi titanium atau aloi-aloi kuprum. Nyatakan juga apakah teknik pembuatan untuk penghasilan plat tersebut.*

(4 marks/markah)

4. [a] Iron titanate  $\text{FeTiO}_3$ , forms in the ilmenite crystal structure that consists of an HCP arrangements of  $\text{O}^{2-}$  ions (refer to Table 1 to assist you in answering the following question).

*Ferum titanat  $\text{FeTiO}_3$  membentuk struktur hablur ilmenite yang terdiri daripada penyusunan 'HCP' bagi ion-ion  $\text{O}^{2-}$  (rujuk pada Jadual 1 untuk membantu anda menjawab soalan-soalan berikut).*

**Table 1**

**Jadual 1**

Cation	Ionic Radius (nm)	Anion	Ionic Radius (nm)
$\text{Al}^{3+}$	0.053	$\text{Br}^-$	0.196
$\text{Ba}^{2+}$	0.136	$\text{Cl}^-$	0.181
$\text{Ca}^{2+}$	0.100	$\text{F}^-$	0.133
$\text{Cs}^+$	0.170	$\text{I}^-$	0.220
$\text{Fe}^{2+}$	0.077	$\text{O}^{2-}$	0.140
$\text{Fe}^{3+}$	0.069	$\text{S}^{2-}$	0.184
$\text{K}^+$	0.138		
$\text{Mg}^{2+}$	0.072		
$\text{Mn}^{2+}$	0.067		
$\text{Na}^+$	0.102		
$\text{Ni}^{2+}$	0.069		
$\text{Si}^{4+}$	0.040		
$\text{Ti}^{4+}$	0.061		

- (i) Which type of interstitial site will the  $\text{Fe}^{2+}$  ions occupy? Why?

*Tapah celahan yang manakah  $\text{Fe}^{2+}$  akan menyelit? Mengapa?*

(3 marks/markah)

- (ii) Which type of interstitial site will the  $\text{Ti}^{4+}$  ions occupy? Why?

*Tapak celahan yang manakah  $\text{Ti}^{4+}$  menyelit? Mengapa?*

(3 marks/markah)

- (iii) Suppose that CaO is added as an impurity to Li<sub>2</sub>O and if the Ca<sup>2+</sup> substitutes for Li<sup>+</sup>, what kind of vacancies would you expect to form? How many vacancies are created for every Ca<sup>2+</sup> added?

*Andaikan CaO ditambah sebagai bendasing kepada Li<sub>2</sub>O dan sekiranya Ca<sup>2+</sup> menukarganti Li<sup>+</sup>, apakah jenis kekosongan yang dijangka terbentuk? Berapa banyak kekosongan akan terbentuk untuk setiap Ca<sup>2+</sup> yang ditambah?*

(4 marks/markah)

- [b] (i) Why is it usual for thermoplastic to have a higher modulus of elasticity than an elastomer (rubber)?

*Kenapa pada kebiasaannya bahan termoplastik mempunyai modulus keanjalan lebih tinggi berbanding elastomer (getah)?*

(4 marks/markah)

- (ii) What are the advantages and disadvantages of polymer compared to ceramics, glasses and metallic material?

*Apakah kelebihan dan kekurangan bahan polimer berbanding bahan seramik, kaca dan logam?*

(6 marks/markah)

- [c] (i) Several types of metallic coatings can be used to protect steel against corrosion. Zinc is one material of choice. Explain how zinc can protect steel.

*Beberapa jenis bahan salutan boleh digunakan untuk menghalang keluli dari terhakis. Zink adalah bahan yang dipilih. Terangkan bagaimana zink boleh melindungi keluli.*

(3 marks/markah)

- (ii) Sketch a graph to show how the conductivity of extrinsic n-type silicon changes when temperature is increased from 30°C to 100°C. Explain your graph.

*Lakarkan satu graf yang menunjukkan bagaimana kekonduksian bahan semikonduktor jenis-n berubah apabila suhu dinaikkan dari 30°C to 100°C. Terangkan graf anda.*

(3 marks/markah)

- (iii) You are required to produce plain steel carbon rods. Identify a technique to produce plain-carbon steel rods and state a heat treatment programme that you could use to increase the hardness of steel.

*Anda diminta untuk menghasilkan rod-rod keluli karbon biasa. Berikan satu teknik untuk penghasilan rod-rod ini dan nyatakan satu kaedah rawatan haba yang boleh digunakan untuk menambahkan kekerasan keluli.*

(4 marks/markah)